

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación  
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de  
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela  
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.442-451

044

## **PREVENCIÓN FRENTE AL RADÓN EN OBRA NUEVA Y REHABILITACIÓN**

CERVERA MONZÓ, MIGUEL

*Ejercicio Libre, Zaragoza, España*

*E-mail: cerverartal@gmail.com, Web: www.ingenieria radon.es*

**PALABRAS CLAVE:** radón, prevención, rehabilitación, vivienda.

### **RESUMEN**

El Radón es un gas que, hasta la aparición de la directiva europea 2013/59/EUROATOM, no había sido objeto de atención en España, ni por el público, ni por profesionales de la prevención o de la construcción y, ni mucho menos por nuestros políticos, que hasta la fecha no han legislado ni regulado conforme a la directiva europea.

Posteriormente y en los últimos años se han ido creando inquietudes sobre todo a nivel social y en zonas concretas de la geografía española en el que las emisiones son muy elevadas (Galicia, Madrid, Extremadura,...).

La intención de esta ponencia es la de explicar cuál es el peligro para la salud de los habitantes, expuestos en sus viviendas a las emisiones de gas Radón y como realizar tanto en rehabilitación como en obra nueva las actuaciones precisas para evitar, reducir o eliminar las concentraciones nocivas de gas radón.

Desde el punto de vista de la Salud, el Radón es el causante de 1500/2000 muertes al año, debido a que provoca cáncer de pulmón a aquellos que lo inhalan **(1)**, siendo el primer causante de cáncer de pulmón en fumadores y segunda causa entre los no fumadores **(2)**. De hecho fumar en sitios con Radón multiplica por 40 o 50 el riesgo de sufrir este tipo de cáncer **(3)**. El esfuerzo económico de nuestro sistema sanitario para tratar el cáncer de pulmón es de 220 millones de euros, siendo la mortandad de 21.100 personas en España **(4)**

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ¿De dónde procede el Radón?

El Radón es un gas que en la tabla periódica aparece como GAS NOBLE se presenta en la naturaleza en tres isótopos: el  $^{222}\text{Rn}$ , al que se denomina Radón, y que procede de la cadena de descomposición del  $\text{U } 238$  y con un periodo de semidesintegración ( $T_{1/2}$ ) de 3,8 días; el  $^{220}\text{Rn}$  ( $T_{1/2}$  de 54,5 segundos) que proviene de la serie de desintegración del torio  $^{232}\text{Th}$  y que se denomina torón; y el  $^{219}\text{Rn}$  ( $T_{1/2}$  de 3,92 segundos) proveniente de la desintegración del actinio  $^{235}\text{U}$  y al que se denomina actinon.

De estos tres isótopos del radón, el de mayor significación radiológica es el  $^{222}\text{Rn}$ , al que nos referiremos, de ahora en adelante, como radón.

Proviene de la desintegración del  $\text{Ra } 226$ , que se encuentra en diferentes cantidades en el suelo. Como gas puede difundirse por los poros del terreno y llegar a la superficie. Puede atravesar los poros de los materiales de construcción y las grietas de los mismos, concentrándose en las zonas bajas de las edificaciones.

“La mayor concentración de radón se produce en el subsuelo, a 1 metro de profundidad, y de ahí sale por los poros del terreno a la atmósfera. En suelos porosos, como los arenosos o las gravas, se produce una mayor emanación de radón que en suelos compactos o arcillosos, que son menos permeables. También se produce más emanación de radón en suelos graníticos muy fracturados que en suelos graníticos compactos. Como norma general, hay más radón en zonas graníticas que en zonas arcillosas o calcáreas. Eso es porque el contenido de uranio en suelos graníticos es mayor. Además, factores como la humedad, la presión atmosférica, la temperatura o la época del año influyen en la concentración del radón.” En verano, por ejemplo, los niveles de radón disminuyen significativamente comparados con los del otoño o invierno. Tanto es así que una medición en verano no se considera válida para establecer niveles de radón.” (5)

### 1.2 Directiva europea EUROATOM 2013/59

El Radón en contacto con la atmósfera se disipa, pero en las viviendas, dependiendo de la ventilación se pueden producir concentraciones elevadas. En cuanto a las concentraciones consideradas admisibles, tenemos lo que la actual EUROATOM marca en su Artículo 74 (literal):

1. Los Estados miembros establecerán niveles nacionales de referencia para las concentraciones de radón en recintos cerrados. Los niveles de referencia para el promedio anual de concentración de actividad en el aire **no superarán los 300 Bq m<sup>3</sup>**.
2. Con arreglo al plan de acción nacional indicado en el **artículo 103**, los Estados miembros fomentarán la adopción de medidas para identificar aquellas viviendas donde el promedio anual de concentraciones de radón supere el nivel de referencia y fomentarán, cuando proceda, la adopción de medidas para reducir la concentración de radón en dichas viviendas por medios técnicos o de otro tipo.
3. Los Estados miembros garantizarán que se facilite la información local y nacional relativa a la exposición al radón en recintos cerrados y a los riesgos asociados para la salud, así como sobre la importancia de efectuar medidas de radón y sobre los medios técnicos disponibles para reducir las concentraciones de radón existentes.

El artículo 103 hace mención a la obligación de los estados de realizar los planes de acción precisos para evitar las concentraciones superiores a las indicadas. Literalmente dice:

1. Los Estados miembros garantizarán que se adopten las medidas adecuadas para impedir que el radón entre en los edificios de nueva construcción. Entre estas medidas se podrán incluir requisitos específicos en los códigos de edificación nacionales.
2. Los Estados miembros identificarán aquellas zonas en las que se espere que el promedio anual de concentración de radón en un número significativo de edificios supere el nivel de referencia nacional.

### 1.3 Legislación Española

En estos momentos la legislación española queda reducida al RD 783/2001 de 6 de Julio Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, y al RD1439/2010 de 5 de Noviembre que modifica el anterior. Pero no hay nada que regule las actuaciones preventivas en la edificación. Ciertamente es que se va a modificar el C.T.E en su sección de salubridad sobre las concentraciones de Radón admisibles.

Se habla de transcribir la EUROATOM sin más, pero desde diferentes colectivos se está pidiendo que se rebaje la cifra a no más de **100 Bq m<sup>-3</sup>**. Desde el CSN (Consejo de Seguridad Nuclear) se propone lo siguiente:

Con el objetivo de introducir un apartado referente a la protección frente a gas radón en dicho Código, se podría expresar la exigencia de la siguiente manera:

***El diseño, la construcción, y en su caso la rehabilitación del edificio, se llevará a cabo de manera que se asegure que los ocupantes no estén expuestos a concentraciones de radón que pudieran implicar un riesgo para la salud. (6)***

Como referencia, los niveles de concentración de gas radón recomendados serían los contemplados en la Recomendación de la Comisión Europea de 21 de febrero de 1990 (90/143/Euratom), en la que se establecen dos niveles:

- 200 Bq/m<sup>3</sup> como **nivel de diseño** (objetivo a cumplir) para edificios de nueva construcción. Se recomienda tomar las medidas necesarias, para que, aplicadas al diseño del edificio y una vez construido éste, los niveles de radón no superen dicho valor.
- 400 Bq/m<sup>3</sup> como **nivel de actuación** en edificios existentes. Si los niveles de concentración medidos en un edificio existente superan este valor, se recomienda introducir medidas correctoras con el fin de reducir la concentración.”(7)

Estos valores son anteriores a la nueva EUROATOM, ya que estos varían ahora en vivienda nueva a 300Bq/m<sup>3</sup> y no se hace mención a otros valores para viviendas existentes. En países con mayor cultura de Radón como EE.UU, la concentración a partir de la cual se ha de actuar es de 150Bq/m<sup>3</sup>, es decir la mitad de lo que se pretende en Europa y España, de hecho en Gran Bretaña se va a rebajar la cantidad a los 100Bq/m<sup>3</sup>. No se hace distinción entre obra nueva y existente.

## 2. EL RADÓN Y LAS AFECCIONES A LA SALUD

“El principal efecto establecido de la exposición al radón es el cáncer de pulmón. Según la Organización Mundial de la Salud, el radón es la segunda causa de cáncer de pulmón después del tabaco. Existe mucha evidencia científica al respecto y con grandes estudios realizados en todo el mundo. Se sabe que por cada 100 Bq/m<sup>3</sup> de aumento en la exposición a radón se incrementa en un 16% el riesgo de contraer cáncer de pulmón.” Se desconoce el umbral por debajo del cual la exposición no suponga un riesgo, y por otro lado está demostrado que la mayoría de los casos de cáncer de pulmón están provocados por concentraciones bajas o moderadas, y no por concentraciones elevadas. Entre el 3% y el 14% de todos los cánceres de pulmón se deben al radón” (8). Según esos datos, entre 1500 y 2000 personas mueren al año en España por cáncer de pulmón provocado POR EL RADÓN.

“En el análisis agrupado europeo, la relación entre la exposición y la respuesta pareció ser aproximadamente lineal, sin observarse un umbral por debajo del cual no existiese aumento de riesgo” (5). En particular, los resultados no son compatibles con ningún umbral superior a 150 Bq/m<sup>3</sup> (el límite superior del IC 95, Índice de confianza al 95%, para cualquier posible umbral fue de 150 Bq/m<sup>3</sup>). Además, los investigadores hallaron una asociación estadísticamente significativa entre la concentración de radón y el cáncer de pulmón, incluso cuando el análisis se restringió a las personas cuyos hogares registrasen concentraciones medidas de radón inferiores a 200 Bq/m<sup>3</sup>.” El riesgo de cáncer de pulmón fue un 20% menor (IC95: 3-30%) para las personas expuestas a **concentraciones medidas** de radón de 100-199 Bq/ m<sup>3</sup> (media: 136 Bq/m<sup>3</sup>) con respecto a las expuestas a concentraciones medidas de radón inferiores a 100 Bq/m<sup>3</sup> (media: 52 Bq/m<sup>3</sup>).”(9)

Se han hecho estudios similares en EE.UU y China con resultados parecidos, que llevan a una conclusión y es el incremento de un 10% promedio de incremento de posible cáncer de pulmón por cada 100 Bq/m<sup>3</sup> de concentración de Radón.

También hay que tener en cuenta que la acción del cáncer por exposición al Radón se potencia en el caso de fumadores. Tal es así que en las personas que nunca han fumado, se ha estimado que residir en una vivienda con una concentración de radón en interiores de 0, 100 u 800 Bq/m<sup>3</sup> se asocia a un riesgo de fallecer por cáncer de pulmón (antes de los 75 años de edad) del 4, 5 o 10 por mil respectivamente. En cambio, para un fumador, los respectivos riesgos serían del 100, 120 y 220 por mil. (10)

Como podemos ver la acción de concentraciones de Radón resulta nociva para la salud del ser humano.

### 3. FUENTES Y LOCALIZACIÓN EN ESPAÑA

Las fuentes del Radón, una vez explicada su procedencia, podemos NATURALES Y ARTIFICIALES, como se ve en la Figura nº1.



Fig. 1: Contribución de las distintas fuentes de exposición, natural y artificial, a la dosis recibida por la población. (11)

Lo que interesa a los técnicos y agentes implicados en la construcción, son las fuentes naturales el suelo y los materiales de construcción, que son los que nos afectan a la hora de nuestro diseño constructivo en tanto en cuanto pueden ser emisores de Radón y que afectan a la salud de los ocupantes de los edificios. Esto no sólo atañe a las viviendas, sino también a los operarios en sus puestos de trabajo, dado que las consideraciones que se hacen para las viviendas son las mismas o similares que las se puedan realizar en edificios industriales, de comercio u oficinas dado que los trabajadores también se pueden encontrar expuestos a las emisiones de Radón en sus puestos de trabajo. Es por tanto lógico que los técnicos que participamos en el diseño y ejecución de cualquier edificación tengamos en cuenta al Radón en nuestros proyectos de edificación. Para ello es importante tener un mapa predictivo de exposición, como el que se representa realizado por el Consejo de Seguridad Nuclear.



Fig.2-Mapa de exposición al Radón (12)

En Zaragoza tenemos una calificación de medio-bajo, según el mapa predictivo. Se puede consultar en [www.vivesinradon.org](http://www.vivesinradon.org).

### 3.1 INMISIONES POR EL SUELO

En construcciones aisladas o en las plantas bajas de edificios sin sótano, la fuente más importante de radón es el radio presente en el terreno. La concentración de radio en el suelo se halla generalmente entre 10 y 50 Bq/kg, aunque puede alcanzar valores muy superiores. El valor promedio es de alrededor de 40 Bq/kg. Las concentraciones de radón en suelos varían entre 10000 y 50000 Bq/m<sup>3</sup>. En algunos casos, la presencia de radón puede venir, además, aumentada por la existencia en la zona de materiales de desecho procedentes de operaciones realizadas en minas de uranio o de fosfatos.

La cantidad de radón que entra en un interior a partir del suelo depende principalmente de la concentración de radio-226 en el subsuelo y de la permeabilidad de éste.

El radón procedente del terreno y de los materiales pasa al aire interior por difusión molecular. En una fase inicial, por desintegración del radio existente, se forma una fracción de radón que emana del medio sólido y ocupa los poros existentes pudiendo, a partir de ellos, desplazarse hasta alcanzar la superficie y pasar al aire. Este mecanismo vendrá afectado por la distancia (longitud de difusión) que el radón puede recorrer antes de desintegrarse y que para un suelo normal es de alrededor de 1 m. Este proceso puede ser acelerado por las diferencias de presión existentes entre el gas del suelo y el interior de la casa. A menudo la existencia de mecanismos extractores de ventilación o intercambiadores de aire para calefacción hace que en las habitaciones se generen corrientes de aire y depresiones que favorecen el paso de radón desde el suelo y desde la propia estructura a través de los poros y fisuras existentes, pasando al aire en cantidades importantes, lo que explica las elevadas concentraciones que se han encontrado en algunos interiores.

### 3.2.-MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

“Los materiales de construcción son, en general, la segunda fuente en importancia de radón en interiores. La emisión de radón a partir de los materiales de construcción depende no sólo de la concentración de radio en los mismos sino también de factores tales como la fracción de radón producido que es liberado del material, la porosidad del material y la preparación de la superficie y el acabado de las paredes. Cuando el contenido en radón de los materiales de construcción es alto el mecanismo de difusión antes comentado es importante ya que por ejemplo para el hormigón la longitud de difusión es del orden de 10-20 cm.”.(13)



Fig.3.-Fuentes y rutas de acceso del Radón (11)

#### 4. SISTEMAS DE MEDICIÓN

“Para la medición de gas Radón pueden usarse tres métodos diferentes. Es importante en la práctica distinguir si el método utilizado mide la concentración de gas radón o mide la concentración o alguna otra característica de los productos descendientes de radón. De todas formas las técnicas pueden ser activas o pasivas y pueden medir rayos  $\gamma$ , radiaciones  $\beta$ , o por el recuento de partículas emitidas de Radón y sus descendientes de vida corta y que es el más habitual.

Las tres metodologías más habituales son: **lecturas instantáneas**, **lecturas continuas** y **métodos integrados**

**Las instantáneas** son de 1 segundo a 20 minutos y sirven para determinar puntos de entrada dado que no son muy precisos y comprobar la eficacia de las medidas correctoras. Son aparatos relativamente económicos.

**Las continuas** se hacen pasar un flujo constante de aire a través de un detector adecuado durante largos periodos de tiempo, evaluándose continuamente la concentración. Son métodos que proporcionan mucha información pero resultan caros y están limitados a tareas de investigación. Son imprescindibles para estudiar las fluctuaciones en tiempo real de las concentraciones.

**Las integradas** emplean dispositivos que permiten obtener información sobre concentraciones promedio durante un tiempo que puede llegar a días, semanas o meses. Son los más usados y los menos caros y nos permiten tomar decisiones correctoras tras un periodo de tres meses de toma de datos.

Los equipos más empleados para la detección son los de

**Células de centelleo** Pueden tener distintos tamaños y consisten en cilindros metálicos, con un extremo transparente, que están recubiertos en su interior por una capa uniforme de sulfuro de cinc activado con plata que da respuesta frente a las partículas  $\alpha$ . Las muestras de aire se introducen en su interior, previo vacío, y tras alcanzarse el equilibrio se mide el número de destellos de luz con un tubo foto multiplicador para determinar la concentración de radón en el aire.

- **Detectores sólidos de trazas** Son sistemas pasivos que se basan en el uso de materiales tales como láminas finas de nitrato de celulosa o policarbonato que tienen la propiedad de que en ellos quedan impresionadas las trazas debidas a las radiaciones emitidas por el radón y sus descendientes después de un tiempo de exposición.
- **Detectores de carbón activo** Son también sistemas pasivos, muy simples, basados en la capacidad del carbón activo para retener el radón. Los tiempos de muestro empleados varían entre dos y siete días y el nivel de radón se establece, en este caso, midiendo la radiación g emitida por el carbón activo con un detector adecuado, como el de ioduro sódico.”(14)

## 5. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Las actuaciones que se están realizando en países de Europa y en EE.UU y Canadá, van en la línea de frenar la entrada de Radón en las viviendas mediante dos sistemas que pueden usarse de forma independiente o conjunta para aumentar la eficacia de ambos. Son sistemas de barrera y sistemas de extracción y presurización.

### 5.1.-Sistemas de barrera anti radón:

“Estrategias de estanquidad frente al gas mediante la aplicación de barreras impermeables al radón en los elementos constructivos que conforman la envolvente del edificio y que están en contacto con el terreno. Pueden ser de dos tipos. Membranas líquidas continuas o láminas que se superponen y sellan después. Las dos son efectivas, pero requieren de especialistas que hagan una correcta aplicación. Las líquidas tienen la ventaja sobre las rígidas que no tienen solapes que sellar, por lo que la posibilidad de que se produzcan fugas de radón por las uniones no existe al ser una única superficie sin uniones.” Ver la figura 4 (15)

### 5.2.-Sistemas de extracción y presurización:

“Estos sistemas basan su funcionamiento en la extracción del gas del terreno circundante a la edificación, y evacuarlo a la atmósfera para impedir que penetre en el edificio, o bien invertir el sistema e impulsar aire bajo la vivienda creando un punto de sobrepresión que desvíe el flujo del gas. La figura 5 muestra un ejemplo del sistema de extracción. A raíz de los resultados obtenidos de la aplicación de las distintas técnicas de protección en viviendas con presencia de radón, se ha podido estudiar la efectividad de las mismas en relación a su capacidad para atenuar la entrada de radón, y de esta manera, poder aconsejar unas medidas de actuación u otras, en función de la categoría de exposición al radón del terreno de que se trate. (16)”



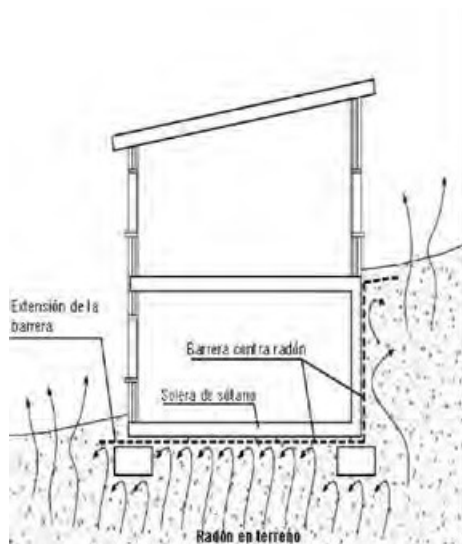


Fig.4 Barrera antiradón (17).

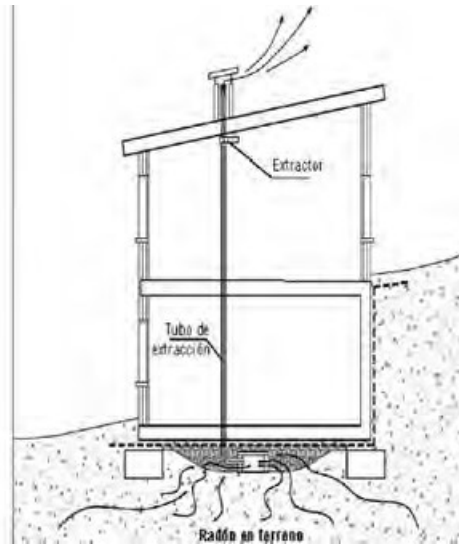
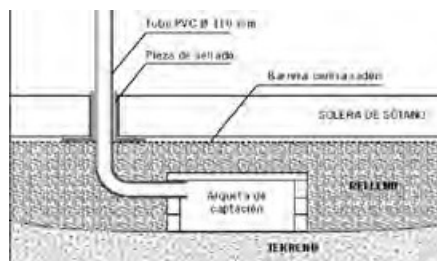
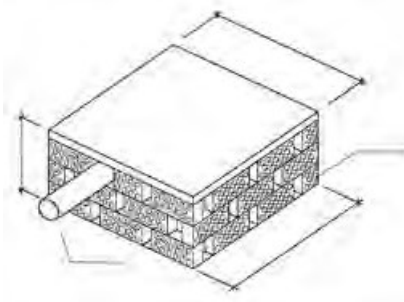


Fig.5 Extracción y Presurización (18).

La solución de barrera anti radón tiene la ventaja que se puede aplicar por fuera del edificio (obra nueva) o por dentro del mismo (rehabilitación), evitando el sobrecosto que supone la ejecución de las obras necesarias para el sistema de extracción (sobre todo en rehabilitación), siendo además un sistema de impermeabilización permite solucionar dos problemas al mismo tiempo, ya que reduce o elimina las inmisiones del Radón e impermeabiliza los paramentos y suelos.

Pero no siempre es posible solucionar el problema con barrera, por lo que ya se ha comentado de los dos sistemas como complementarios. Las inmisiones de Radón varían en función del tiempo, concentración en el subsuelo, temperatura (se considera que las emisiones en verano no se pueden tomar a efectos de tomar decisiones de actuación), la humedad relativa, la presión barométrica, etc...

Por otro lado los sistemas de ventilación forzada pueden tener dos problemas, la despresurización que pueden provocar, con lo que se crea una captación de más Radón, y la pérdida de eficiencia energética por un exceso de ventilación.



## 6. CONCLUSIONES

Es evidente que en estos momentos se está produciendo un movimiento de conciencian en la sociedad a través de grupos de investigación en las Universidades de Cantabria y Santiago de Compostela así como entidades de defensa del consumidor como la OCU y Fundaciones como Fundación Geo ambiental y Vive sin Radón, que no sólo han hecho una labor de investigación y determinación del mapa de Radón (independientemente del oficial del CSN) pormenorizado por localidades, sino que están implicados en la difusión de la cultura del Radón a través de medios de comunicación, intentando concienciar a la administración y los políticos de la problemática que para la salud supone el Radón.

Los técnicos tienen la misión de participar en este movimiento de divulgación través del diseño y la aplicación de soluciones constructivas y productos, existentes en el mercado, que supongan la reducción de las concentraciones de Radón en las vivienda de nueva construcción, que es lo fácil, en solucionar los problemas en viviendas ya existentes a través de la rehabilitación y reducir la exposición en puestos de trabajo. El C.T.E a de recoger los parámetros de la EUROATOM, pues nos enfrentamos a un problema de salud que requiere una solución global y efectiva. Todo lo que se invierta en solucionar las inmisiones de Radón, significa mejorar la calidad de vida de los españoles.

Es nuestro deber como técnicos tener presente este hecho y aplicarnos a la tares de informar y formar a los agentes de la construcción, para que se tomen medidas preventivas en el proyecto de edificación de cualquier edificio sea centro de trabajo o vivienda en todo el territorio nacional.

“LO QUE NO SE VE NO EXISTE”, esta frase es lo que hace del Radón un enemigo peligroso difícil de combatir.

## 7. BIBLIOGRAFIA Y CITAS

### Citas

(1), (2), (3), (4) Artículo de EL PAIS de 12/11/2014, autor (Jaime Prats)

### Bibliografía

(5),(6),(15),(16),(17),(18),(19) Colección de informes técnicos del CSN, Año 2010, “Protección frente a la inmisión de gas Radón en edificios”.

(7) Directiva europea EUROATOM 2013/59.

(8),(9),(10),(11) Manual de la OMS sobre el Radón en interiores, autor (Organización Mundial de la Salud)

(12),(13),(14) NTP 440: Radón en ambientes interiores (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene)